

## BEST AVAILABLE COPY

#18

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-348815

(43)Date of publication of application : 22.12.1994

(51)Int.Cl.

G06F 15/62  
G06F 15/60

(21)Application number : 05-134840

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 04.06.1993

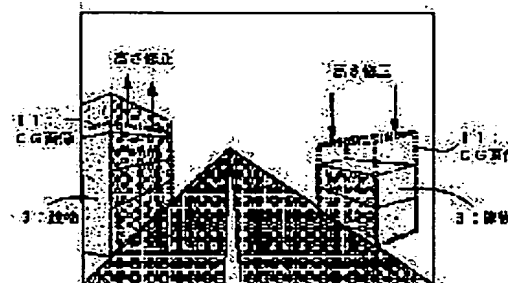
(72)Inventor : USAMI YOSHIAKI  
TAKEUCHI RYOZO

## (54) METHOD FOR SETTING THREE-DIMENSIONAL MODEL OF BUILDING ASPECT IN CG SYSTEM

## (57)Abstract:

PURPOSE: To provide a method to easily set the three-dimensional model of a building to generate the image of an aspect of the area where the buildings stand close together, such as a city area or a factory area, by a three-dimensional computer graphic.

CONSTITUTION: A first photograph which photographs the building 3 from an upper side and a second photograph which photographs the side plane of the building 3 are prepared. Firstly, the position data of the building 3 and the external size of roof data are inputted by using the first photograph, and height data decided in advance is attached on them, thereby, a temporal three-dimensional model is set. Secondly, a CG image 11 is generated and displayed by the same camera parameter as that of the second photograph after applying rendering to the temporal three-dimensional model. The height data is decided by correcting the height data of the temporal three-dimensional model so as to conform the CG image to a horizontal photograph.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

**(書誌+要約+請求の範囲)**

(19)【発行国】日本国特許庁(JP)  
 (12)【公報種別】公開特許公報(A)  
 (11)【公開番号】特開平6-348815  
 (43)【公開日】平成6年(1994)12月22日  
 (54)【発明の名称】CGシステムにおける建物の景観の3次元モデルの設定方法  
 (51)【国際特許分類第5版】

G06F 15/62 350 8125-5L  
 15/60 400 A 7623-5L

【審査請求】未請求  
 【請求項の数】11  
 【出願形態】OL  
 【全頁数】11  
 (21)【出願番号】特願平5-134840  
 (22)【出願日】平成5年(1993)6月4日  
 (71)【出願人】  
 【識別番号】000005108  
 【氏名又は名称】株式会社日立製作所  
 【住所又は居所】東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地  
 (72)【発明者】  
 【氏名】宇佐美 芳明  
 【住所又は居所】茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内  
 (72)【発明者】  
 【氏名】武内 良三  
 【住所又は居所】茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内  
 (74)【代理人】  
 【弁理士】  
 【氏名又は名称】富田 和子

**(57)【要約】**

【目的】市街地や工場地のような建物が林立する景観像を3次元コンピュータ・グラフィックスにより生成するために、建物の3次元モデルを簡便に設定する方法を提供する。  
 【構成】建物を上方から撮影した第1の写真と、建物の側面を撮影した第2の写真を用意する。まず第1の写真を用いて建物の位置データと屋根データの外形を入力し、これに、予め定めた高さデータを与えて、仮の3次元モデルを設定する。次に、この仮の3次元モデルをレンダリングして、第2の写真のカメラパラメータと同じカメラパラメータでCG画像を生成し表示させる。CG画像と、水平写真とが一致するように、仮の3次元モデルの高さデータを修正し高さデータを定める。

**【特許請求の範囲】**

【請求項1】モデリング処理部およびレンダリング処理部を有するCG(ComputerGraphics)システムにおいて、建物の景観の3次元モデルを設定する方法であって、予め、前記建物の屋根が表われている第1の写真、前記建物が立地する地形の3次元形状情報を含む地形情報、および、前記建物の側面が表われている第2の写真を用意し、前記第1の写真上の前記建物の位置および前記建物の屋根の外形と、前記第1の写真の撮影方向と、前記第1の写真の縮尺とを用いて、前記建物の位置データおよび屋根の外形データを求め、また、前記建物の高さデータとして、予め定めた仮の高さデータを与え、前記建物の位置データと、前記建物の屋根の外形データと、前記建物が立地する地形の3次元形状情報を含む地形情報と、前記仮の高さデータとを、前記モデリング処理部により処理して、前記建物の仮3次元モデルを設定し、前記第2の写真を撮影した時の撮影位置、撮影方向、レンズ特性を用いて、レンダリング処理部により、前記仮3次元モデルをレンダリング処理して、前記仮3次元モデルについての、前記第2の写真的視野方向と等しい視野方向のCG画像を生成し、前記第2の写真に示された前記建物の側面の高さと、前記CG画像に示された対応する建物の高さとが一致するように、前記第2の写真的縮尺を考慮して、前記仮3次元モデルの仮の高さデータを修正し、前記建物の高さデータとすることを特徴とする建物の景観の3次元モデルの設定方法。

【請求項2】モデリング処理部およびレンダリング処理部を有するCG(ComputerGraphics)システムにおいて、建物の景観の3次元モデルを設定する方法であって、予め、前記建物の屋根および側面が表われている第1の写真、および、前記建物が立地する地形の3次元形状情報を含む地形情報を用意し、前記第1の写真上の前記建物の位置および前記建物の屋根の外形と、前記第1の写真の撮影方向と、前記第1の写真の縮尺とを用いて、前記建物の位置データおよび屋根の外形データを求め、また、前記建物の高さデータとして、予め定めた仮の高さデータを与え、前記建物の位置データと、前記建物の屋根の外形データと、前記建物が立地する地形の3次元形状情報を含む地形情報と、前記仮の高さデータとを、前記モデリング処理部により処理して、前記建物の仮3次元モデルを設定し、前記第1の写真を撮影した時の撮影位置、撮影方向、レンズ特性を用いて、レンダリング処理部により前記仮3次元モデルをレンダリング処理して、前記仮3次元モデルについての、前記第1の写真的視野方向と等しい視野方向のCG画像を生成し、前記第1の写真に投影されている前記建物の側面の長さ、前記CG画像に示された対応する建物の側面の長さ、と一致するように、前記第1の写真的縮尺を考慮して、前記仮3次元モデルの仮の高さデータを修正し前記建物の高さデータとすることを特徴とする建物の景観の3次元モデルの設定方法。

【請求項3】モデリング処理部およびレンダリング処理部を有するCG(ComputerGraphics)システムにおいて、建物の景観の3次元モデルを設定する方法であって、予め、前記建物の屋根および側面が表われている第1の写真、および、前記建物が立地する地形の3次元形状情報を含む地形情報を用意し、前記第1の写真上の前記建物の位置および前記建物の屋根の外形と、前記第1の写真の撮影方向と、前記第1の写真の縮尺とを用いて、前記建物の位置データおよび屋根の外形データを求め、また、前記

建物の高さデータとして、予め定めた仮の高さデータを与え、前記建物の位置データと、前記建物の屋根の外形データと、前記建物が立地する地形の3次元形状情報を含む地形情報と、前記仮の高さデータとを、前記モデリング処理部により処理して、前記建物の仮3次元モデルを設定し、前記第1の写真撮影時の撮影位置、撮影方向、レンズ特性、照明方向を用いて、レンダリング処理部により、前記仮3次元モデルを、シャドーイングを含むレンダリング処理して、前記仮3次元モデルについての、前記第1の写真の視野方向と等しい視野方向であって、前記第1の写真と等しい方向から照明された影を有するCG画像を生成し、前記第1の写真に写っている建物の影の長さ、前記CG画像に示された対応する建物の影の長さとが、一致するように、前記第1の写真の縮尺を考慮して、前記仮3次元モデルの仮の高さデータを修正し前記建物の高さデータとすることを特徴とする建物の景観の3次元モデルの設定方法。

【請求項4】請求項1において、前記第2の写真を画像データに変換し、前記CG画像と、前記第2の写真的画像とを、ディスプレイ上に同一縮尺で重ねて表示させ、前記CG画像が示す前記建物の高さが、前記第2の写真的画像の建物の高さとも一致するように、前記仮3次元モデルの仮の高さデータを修正することを特徴とする建物の景観の3次元モデルの設定方法。

【請求項5】請求項1、2または3において、前記建物の屋根の外形データから、前記建物の屋根の面積を求め、前記仮の高さデータを与える際に、前記建物の屋根の面積に比例した高さを与えることを特徴とする建物の景観の3次元モデルの設定方法。

【請求項6】請求項5において、前記建物の屋根の面積が予め定めた値よりも小さい場合、予め定めた値以下の範囲で発生させた乱数で高さを与えることを特徴とする建物の景観の3次元モデルの設定方法。

【請求項7】請求項1、2または3において、前記CGシステムは、典型的な屋根形状を屋根ライブラリとして有し、前記屋根ライブラリをディスプレイに表示して、選択を受け付け、前記屋根形状を含めて前記建物の仮3次元モデルを設定することを特徴とする建物の景観の3次元モデルの設定方法。

【請求項8】請求項1、2または3において、前記第1の写真から、前記建物の位置データおよび屋根の外形データを求めるために、前記第1の写真を画像データに変換してディスプレイ上に表示させ、前記ディスプレイ上で、前記建物の位置および屋根の外形を指定を受け付けることにより、前記位置データおよび屋根の外形データを求めることを特徴とする建物の景観の3次元モデルの設定方法。

【請求項9】請求項1において、前記仮3次元モデルの仮の高さデータを修正するために、前記第2の写真を画像データに変換し、前記CG画像と重ね合わせて表示させ、前記ディスプレイ上で、前記仮の高さデータの修正を受け付けることを特徴とする建物の景観の3次元モデルの設定方法。

【請求項10】請求項1において、前記第2の写真と前記CG画像についての前記視野条件が等しくなるようにする際に、当該第2の写真上と当該CG画像上で同一の場所にある地点を対応点として指定を受け付け、該第1の写真または該第2の写真と該CG画像の間で当該対応点を一致させるような変換量を求め、これにより該視野条件を等しくすることを特徴とする建物の景観の3次元モデルの設定方法。

【請求項11】モデリング処理部およびレンダリング処理部を有するCG(Computer Graphics)システムにおいて、複数の建物の景観の3次元モデルを設定する方法であって、一部の建物については、請求項1記載の設定方法を用いて、3次元モデルを設定し、他の一部の建物については、それらの建物を構成する構成部品の寸法データを予め用意し、前記寸法データをモデリング処理部により処理して3次元モデルを設定することを特徴とする建物の景観の3次元モデルの設定方法。

## 詳細な説明

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、CG(Computer Graphics)表示技術により3次元の建物の景観像を生成するために、建物の3次元モデルを設定する方法であり、特に大量にビルディングや民家などが含まれた景観の画像を生成する用途に好適である。

## 【0002】

【従来の技術】CG(Computer Graphics)は、モデリング、レンダリング、アニメーションの3つの処理部から構成され、ユーザインタフェースを介してオペレータの操作を受け付け、最終出力としてCG画像データが生成されるシステムである。ここで、モデリング処理部は、ユーザインタフェースを介して、対象物の位置データや形状データ等を受け付けて、対象物の形状および属性を3次元モデル化する処理部である。レンダリング処理部は、3次元モデルを投影して、任意の方向から見た映像を計算により求める処理部である。アニメーション処理部は、カメラや対象物の移動を考慮して、映像を連続させ動画を作成する処理部である。

【0003】CGシステムを用いて立体化した建物の景観像を表現する方法としては、例えば「グラフィックスとCADシンポジウム論文集」社団法人情報処理学会(平成3年)の第155頁から第161頁において述べられている方法が知られている。この方法は、景観像を得ようとする建物について3次元モデルを設定するために、まず、建物各部の寸法データを調べ、この寸法データをもとに、建築用のCADシステムを使用して、まず建物の図面作成を行ってから、個々の建物各部の立体形状を精密に定義し3次元モデル化する方法である。この方法は、建物の各部の寸法データに基づいて3次元モデルを作成するので、建物の正確な形状定義が可能である。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の方法においては、建物の各部の寸法データに基づいて3次元モデルを作成するので、個々の建物について寸法データを調べる必要がある。そのため、市街地や工場地のような多くの建物が林立する景観の画像を得ようとすると、各建物についての寸法データを入力しなければならない。このような場合、各建物の所有者の協力を求め、実際に建物を個別に測量させてもらうか、または、建物の設計図の提供を受ける必要があるが、所有者の協力が得られるとは限らず、また、林立した建物すべてについてこれを行うのは現実にはほとんど不可能である。たとえすべての建物の寸法データがわかったとしても、各建物について、各部の寸法データを入力するのは、多くの入力工数を必要とするため、市街地や工場地の各建物について入力を行おうとすると、入力工数は膨大になり、多大の時間とコストとが必要となる。

【0005】従って、従来の建物の景観像を表現する方法を用いて、市街地や工場地のような建物が林立する景観像を得ることは非常に困難である。

【0006】本発明は、CGシステムを用いて、市街地や工場地のような建物が林立する景観像を低コストで容易に得ることのできる、建物の景観の3次元モデルの設定方法を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】発明者らは、市街地や工場地の景観画像を見る側にとっては、必ずしも全ての建物の厳密な形状が必要とは限らず、例えば、中心となる建物の背景となる建物や、建物が密集している部分の建物は、建物の位置や形状の概略だけでも十分な景観画像が得られると考え本発明を成すに至った。

【0008】また、このような建物の位置や形状の概略を、広範囲に渡って、簡便に正確に知る方法として、航空写真等の写真を利用することとした。

【0009】すなわち上記目的を達成するために、本発明によれば、予め、前記建物の屋根が表われている第1の写真、前記建物が立地する地形の3次元形状情報を含む地形情報、および、前記建物の側面が表われている第2の写真を用意し、前記第1の写真上の前記建物の位置および前記建物の屋根の外形と、前記第1の写真の撮影方向と、前記第1の写真の縮尺とを用いて、前記建物の位置データおよび屋根の外形データを求め、また、前記建物の高さデータとして、予め定めた仮の高さデータを与え、前記建物の位置データと、前記建物の屋根の外形データと、前記建物が立地する地形の3次元形状情報を含む地形情報と、前記仮の高さデータとを、前記モデリング処理部により処理して、前記建物の仮3次元モデルを設定し、前記第2の写真を撮影した時の撮影位置、撮影方向、レンズ特性を用いて、レンダリング処理部により、前記仮3次元モデルをレンダリング処理して、前記仮3次元モデルについての、前記第2の写真的視野方向と等しい視野方向のCG画像を生成し、前記第2の写真に示された前記建物の側面の高さと、前記CG画像に示された対応する建物の高さとは一致するように、前記第2の写真的縮尺を考慮して、前記仮3次元モデルの高さデータを修正し、前記建物の高さデータとすることと特徴とする建物の景観の3次元モデルの設定方法が提供される。

【0010】また、上述の仮3次元モデルの高さを修正する方法としては、第2の写真的縮尺を用いる方法のほか、第1の写真に写った建物の側面の投影部の長さを用いる方法や、第1の写真に写った建物の影の長さを用いる方法を用いることもできる。

## 【0011】

【作用】本発明の建物の景観の3次元モデルの設定方法は、まず、航空写真のように、建物を上方から撮影した第1の写真により、各建物の位置データと、屋根の外形データを求める。未知数である建物の高さは、予め定められた仮の高さデータを与える。上述の位置データと屋根の外形データと、仮の高さデータを一旦モデリング処理し、建物の仮の3次元モデルを作成する。

【0012】次に、この仮の3次元モデルをレンダリング処理して、この建物の画像を生成し、ディスプレイに表示させる。この時、ディスプレイに表示される画像の視野範囲が、予め用意している、建物の側面を撮影した写真の視野範囲と等しくなるように、第2の写真的カメラパラメータを用いて、レンダリング処理する。

【0013】次に、第2の写真と、ディスプレイに表示された画像とを比較し、建物の高さが一致するように、仮3次元モデルの仮の高さデータを修正しながら設定する。

【0014】これにより、建物の寸法データを測量することなく、写真をもとに、少ない入力工数で簡単に建物の3次元モデルを設定することができる。

【0015】また、第1の写真的周辺部に写った建物の側面の投影部の長さや、第1の写真に写った建物の影の長さを用いて、仮3次元モデルの高さデータを修正することもできる。この場合、仮の3次元モデルをレンダリング処理して、この建物の画像を生成する際に、ディスプレイに表示される画像の視野範囲が、第1の写真的視野範囲と等しくなるように、第1の写真的カメラパラメータを用いて、レンダリング処理する。この場合には、第2の写真的必要なく、第1の写真的のみで建物の景観の3次元モデルを得ることができる。

## 【0016】

【実施例】以下、本発明の一実施例のCGシステムにおける建物の景観の3次元モデルの設定方法を図面を用いて説明する。

【0017】本実施例で使用するCGシステムは、図3に示すように、計算機6と、計算機6にデータを入力するためのマウス7と、計算機6から受け取った画像を表示するディスプレイ5とを備えている。計算機6内のメモリと演算部(図示せず)は、図10のように、CG画像206を得るための、モデリング処理部201、レンダリング処理部202、アニメーション処理部203の3つの処理部を構成する。これら処理部は、ユーザインタフェース204を介して、オペレータ205のマウス7による入力および指示操作を受け付け、最終出力として、CGの画像データ206が生成される。

【0018】ここで、モデリング処理部201が行うモデリングとは、表示する建物の3次元モデルを設定する処理部分であり、ユーザインタフェース204を介して、オペレータ205から建物の位置データ、外形データ等を受け付けて、これを処理し、建物をポリゴン(多角形)の集合体で表現する形状設定処理部211と、建物表面での光の反射様式を定めることにより材質や色彩を表現する属性設定の処理部212から構成される。本実施例により、オペレータ205が写真に基づいて入力する位置データ、形状データ、仮の高さデータ、修正された高さデータ等は、この形状設定処理部11に入力され、処理されて3次元モデルとなる。

【0019】次に、モデリング処理部201で設定された3次元モデルの情報は、レンダリング処理部202でレンダリング処理される。レンダリング処理とは、3次元モデルを映像化する処理である。具体的には、仮想的なカメラを想定して、これでモデルを撮影し、このときスクリーン(フィルム)上に記録される映像を計算により求める処理である。まず、透視変換処理部213は、透視変換により、3次元モデルを2次元のスクリーン上に投影する。これは、ポリゴンの頂点座標に対して、透視変換マトリクスを作用させることで計算する。次に、隠面処理部214が、投影された情報のうち、カメラの視点から見て、ほかの建物に隠されて見えなくなる部分を消去する隠面処理を行う。つぎに、シェーディング処理部215は、建物表面上に作用する光の強さを計算して、ポリゴンの明るさを計算する処理を行う。さらに、シャドウイング処理部216は、光によって生じる影の位置を求めて、建物に影をつける処理を行う。これにより、3次元モデルが映像化される。

【0020】アニメーション処理部203は、レンダリング処理された映像を、カメラや建物の移動を考慮して、動画を作成する。こうしてCG画像が生成できる。

【0021】まず、本発明の第1の実施例として、予め用意されている、建物を鉛直上方から撮影した航空写真と、建物を水平方向から撮影した水平写真を用いて、市街地の景観の3次元モデルを設定する方法について、図1を用いて説明する。

【0022】まず、ステップ101として、垂直写真および水平写真を、図示しないスキャナにより、画像データに変換してこれを計算機6に入力する。ここで、図2により、垂直写真と水平写真の定義について説明する。まず、3次元モデル化の対象とする建物3について、ほぼ垂直方向からカメラ4で撮影したものを垂直写真とし、ほぼ水平方向から撮影したものを水平写真とする。例えば、垂直写真には航空機から撮影した航空写真を使用し、水平写真には地上から建物を撮影した写真を使用する。この時、鉛直方向、水平方向は、必ずしも厳密である必要はなく、撮影方向が明確になっていればよい。また水平写真の撮影方向は、厳密にわかる場合には、それを用いて後のステップの処理を行うことができるが、撮影方向を厳密に求めるのが煩雑である場合には、後のステップの処理により撮影方向を求めることができるので差し支えない。また、撮影時の位置、レンズの視野角度等のレンズ特性、写真の縮尺が、本実施例の処理に必要であるので、明確になっているものを用いる。水平写真は、すべての建物について用意する必要はない。景観シミュレーションでは、景観判定のために重要とされる視点位置があり、ここからの景観はできるだけ正確でなければならないので、重要視点となる位置の建物について、その視点から撮影した水平写真を用意する。

【0023】ステップ102では、地形情報13を入力する。地形情報とは図2に示すように、建物3が設置されている地形の3次元形状情報を意味しており、これをファイルなどから入力する。地形形状は、地図の等高線情報等から入力可能であり、これはすでに得られているものとする。

【0024】ステップ103は、ステップ104から106までの処理を垂直写真の画像1に示された各建物3について繰り返すことを示している。ただし、この段階で使用する垂直写真の画像1は、写真の中心部分のみを使用する。これは、写真の周辺部の建物が投影による歪みを含んでいるのを避けるためである。なおかつ、垂直写真の画像1には、地形情報の尺度および位置と一致させるために、適当な幾何変換が施されており、地図から入力した地形情報と座標が一致しているものとする。

【0025】ステップ104では、計算機6は、垂直写真の画像1をディスプレイ5に表示させ、オペレータ205は、ディスプレイ5に示された垂直写真の画像1の屋根指示点8をピクセルし、これをモデリング処理部201に入力する。この内容を、図3により説明する。図3は、計算機6に接続されたディスプレイ5上の表示内容を示したもので、オペレータ205は、マウス7により指示を与える。画面上では垂直写真の画像1の中心部の建物3と、3次元モデル化された建物3の側面図が表示される。ここで、垂直写真の画像1上において、建物3の屋根の外形を指示するために与える点を屋根指示点8とする。すると、後述の方法により建物が3次元モデル化され、図3のような側面図231が表示される。

【0026】ステップ105では、オペレータ205が屋根ライブラリ9を選択する。屋根ライブラリ9は、予め計算機6内のメモリに格納されている。屋根ライブラリ9の内容は、図4に示す。屋根の形状は、ほぼ定型化しているため、予めライブラリ9として用意し、この中からオペレータ205が選択して使用する。本実施例では、図4のように、一般の家屋用に、切妻屋根、寄棟屋根および片流屋根を屋根形状として用意している。更に、ビルディングや大型構造物等も表現できるように、傾斜した屋根をもたない直方体建物や円筒形建物等も用意している。これらのライブラリ9の要素は、屋根の大きさや形に合わせて、屋根勾配や軒の長さといったパラメータを設定して使用する。

【0027】ステップ106では、屋根の面積に応じて建物の高さを設定する。この方法は図5に示す。すでに、ステップ104において、垂直写真の画像1上で、屋根指示点8のピクセルにより屋根の外形が定まっているので、その屋根の外形の内部領域に属するディスプレイ5の画素数により、まず、屋根面積を求める。次に、予め設定したしきい値よりも、その建物の屋根面積が大きいかなんかを判定する。図5は、3次元モデル化された建物の上面図と側面図を示す説明図であり、ハッチングで示す部分の建物が、しきい値よりも大きい面積の屋根を持っている。ここで、屋根面積が、しきい値よりも小さい建物は、いわゆる一般の民家であると判定し、例えば、1階または2階建てであるとして、1階建ての建物の高さ、または、2階建ての建物の高さを計算機6内のプログラム(図示していない)に従ってさだめる。この建物の階数の割当は、乱数により決定する。また、割り当てる1階当たりの建物の高さは、標準値に乱数を加えた値により決定する。屋根面積が大きい建物については、面積に比例させて、例えば、3階建て以上の階数が割り当てられる。こうして、建物の高さは、計算機6内のプログラムによりこの段階では仮に定められる。

【0028】このように、ステップ104から106を繰り返すことにより、垂直写真に示されたすべての建物3について、位置データ、屋根の形状データ、仮の高さデータがモデリング処理部201の形状設定処理部211に入力される。形状設定処理部201は、この実施例の最初に述べたように、すべての建物3をポリゴンの集合体で表現し、3次元モデル化する。

【0029】ステップ107は、ステップ108から111までを、水平写真について繰り返し処理することを意味している。前ステップまでにおいて、とりあえず建物は3次元モデル化されているが、屋根面積だけから推測して求めた値であるので、正確ではない。特に、景観シミュレーションでは、景観判定のために重要とされる視点位置があり、ここからの景観はできるだけ正確でなければならない。そこで、重要視点となる位置については、その視点から撮影した水平写真を用意し、その写真情報を利用して建物の高さの補正を行なう。

【0030】ステップ108では、水平写真の画像2とCG画像のカメラパラメータのマッチングを行なう。その内容を図6を参照して説明する。いま、対象である建物3について、図6に示すような水平写真2が得られているものとする。これに対応させて、オペレータ205は、ステップ103から106でえられた建物3の仮の3次元モデルを使用して、水平写真の画像2とほぼ同じように見えるように、カメラパラメータを設定し、レンダリング処理202に処理させ、図6に示すような、CG画像11が生成させる。カメラパラメータには、例えば、撮影方向、撮影位置、レンズ特性などのパラメータがあるが、撮影方向については厳密な方向がわからない場合には、だいたいの方向のみを定めて、CG画像11を生成させる。

【0031】撮影方向は、空間中のある点を原点とする3次元(X、Y、Z)の座標系を考えたとき、各座標軸に対してのカメラの回転角度により定まるので、例えば、各座標軸に対する回転角度のみを、オペレータ205が操作してCG画像11を得ればよい。また、この段階では、両者が完全に一致している必要はなく、ほぼ近い撮影方向が得られていればよい。この時点でのCG画像11を定め

たときの、各座標軸回りの回転角度、 $rx$ 、 $ry$ 、および $rz$ を基準角度とする。そして、この基準角度からの変動量を求めて、最終的な撮影方向を求める。即ち、 $rx$ 、 $ry$ および $rz$ の回転角を、どれだけ増減すれば水平写真の画像2に一致するかを求める。このために、例えば、オペレータ205は、両者の画像中に、対応する点である対応点10を指示する。例えば、水平写真の「c0」、「c1」、「c2」、「c3」および「c4」の位置は、それぞれCG画像の「c0'」、「c1'」、「c2'」、「c3'」および「c4'」の位置に相当するということに、マウスにより指示する。こうして対応点が与えられると、例えば、最小二乗法により両者の画像を結び付ける回転行列が求められる。これにより、撮影方向が厳密にわからない水平写真2と、CG画像11とを完全に一致させるための回転角度を求めるられる。

[0032]その方法の詳細は、例えば、「画像理解—3次元認識の数理—」森北出版(1990)の第50頁から第53頁などに記載されている。これにつき若干説明する。まず、カメラの回転前および回転後の両画像における各対応点を、正規化した同次座標系により表現し、これを「Nベクトル」と称する単位列ベクトルにて記述する。次に、対応点が例えばP点存在するとき、カメラの回転により各対応点のNベクトル「 $m_1'$ 」、…、「 $m_p'$ 」が「 $m_1$ 」、…、「 $m_p$ 」に移るとする。ここで、画像データは、誤差を有しているため、通常は「 $mk=R \cdot mk'$  ( $k=1, \dots, p$ )」となる回転行列Rが存在するとは限らない。そこで、最小二乗法を用いて、 $\sum (mk - R \cdot mk')^2$  ( $\sum$ は、 $k$ が1から $p$ までについての総和を意味する)が、最小となる回転行列Rを計算し、カメラの回転行列を求める。これにより、水平写真とCG画像における、カメラパラメータのマッチングが行なわれる。即ち、与えられた水平写真とCG画像とのカメラのパラメータを一致させることができる。

[0033]ステップ109では、マッチングしたカメラパラメータで再度CG画像11の生成を行なう。ステップ108にて、水平写真に一致するカメラパラメータが求められているので、この値を利用して、建物および地形情報をレンダリングし、CG画像11を生成する処理を行なう。

[0034]ステップ110では、水平写真の画像2とCG画像11を重ね合わせてディスプレイ5に表示させる。図7を参照して、その処理について説明する。図7では、説明のために、水平写真は実線で示し、CG画像11は建物3部分だけを点線で示している。この状態では、カメラパラメータは一致しているので、建物3の高さだけが異なっている。実際のディスプレイ上では、例えば、CG画像11の部分を半透明表示にして、水平写真の画像2の上に重ねて表示する。

[0035]ステップ111では、水平写真の画像2をもちてCG画像11の建物3の高さを修正する。図7に示すように、オペレータ205が、屋根部分をピックアップして、CG画像11の建物が水平写真に一致する位置を指定し、モデリング処理部201の形状設定処理部201に入力し、仮3次元モデルの高さデータを修正させる。この操作時には、変数は建物の高さだけの一つだけである。具体的には、例えば、マウスを操作してカーソルが画面上で上下する位置に比例させて、簡単に建物の高さを修正することが可能である。

[0036]このように、本発明の第1の実施例では、ステップ101からステップ111を行うことにより、市街地の航空写真(垂直写真)と、一部の建物の水平写真を用いて、各建物の概略の3次元モデルを少ない入力工程で簡単に入力し設定することができる。しかしながら、本実施例では、市街地の建物の景観のうち、重要な視点についての建物は、正確な高さが水平写真から入力されているため、CG画像を見る側にとっては、実際に市街地を航空機から見た絵に近いCG画像を得ることができる。

[0037]また、本実施例は、垂直写真と水平写真から、建物の位置データおよび形状データを入力したが、CG画像をオペレータ205に見せる際に、視点の中心となる建物については、別途、測量や設計図から建物の構成要素の寸法データを得て、従来ように、これに基づいて3次元モデル化することもできる。このように、視点の中心となる一部の建物については、詳細な建物の外形を示し、背景となる建物については、上述の実施例の手法により概略の外形を示すことにより、効率的にかつ正確なCG画像を得ることができる。

[0038]次に、本発明の第2の実施例として、予め用意されている、建物を鉛直上方から撮影した航空写真を用いて、市街地の景観の3次元モデルを設定する方法について、図11を用いて説明する。本実施例では、水平写真を使用しない。

[0039]本実施例では、ステップ101aとして、垂直写真のみを画像データに変換して、計算機6に入力する。

[0040]図11において、ステップ102から106までは、第1の実施例と同じであるので説明を省略する。これにより、仮の3次元モデルが設定される。

[0041]ステップ112は、ステップ113から116までの処理を、垂直写真の全体を使用して繰り返すことを意味している。第1の実施例のステップ103では、画像の歪みを避けるために垂直写真の中心部のみを使用していたが、ここでは歪んでいる周辺部も含めて全体を使用する。

[0042]ステップ113では、垂直写真とCG画像のカメラパラメータのマッチングを行なう。これは、ステップ108の水平写真の時と同様で、両者の画像間に対応点を指示してカメラパラメータを求める。

[0043]ステップ114では、マッチングしたカメラパラメータでCG画像を生成する。これも、ステップ109と同様で、前ステップで求められたカメラパラメータにより、レンダリング処理を行なって画像を生成する。

[0044]ステップ115では、垂直写真の画像1とCG画像11の重ね合わせ表示を行なう。この方法を図8により説明する。ここで、カメラで撮影した垂直写真は、3次元の景観が透視投影による変換を受けて、2次元のフィルム上に記録されている。レンズの焦点位置を投影中心とした投影関係であるので、画像の周辺部ほど透視投影によるずれが発生する。特に周辺部にあって、高い建物6では屋上の位置が、画像の周辺方向にずれて表示され、建物3の側面が見える。本実施例では、このずれ量を利用して建物の高さ修正を行なう。図8では、説明のために、CG画像11を点線で表示しているが、ディスプレイ5上では、例えば、これを半透明表示にして垂直写真に重ね合わせて表示する。

[0045]ステップ116では、透視投影のずれにより建物の高さを修正する。図8のように、建物3をピックアップしてCG画像11の建物3と垂直写真の画像1について、透視投影のずれ量が一致するように、建物の高さ値を修正する。ステップ111の場合と同様に、例えば、マウスにより修正することが可能である。

[0046]ステップ117では、マッチングしたカメラパラメータで影付けしたCG画像11を生成する。このときのカメラパラメータはステップ113で求められたものを使用する。また、影付けしてレンダリングする方法については、例えば、シャドウポリゴン法などが知られており、これを利用してCG画像11を生成する。更に、垂直写真の撮影場所や日時から、撮影時の太陽の方向を求めておき、レンダリングで影付けする際の照明の方向を、これに合わせておく。さらにレンダリングには単一の平行光線のみを使用し、照明特性も合わせておく。

[0047]ステップ118では、垂直写真の画像1と影付けしたCG画像11を重ね合わせ表示する。その方法は、図9により説明する。ここでは、垂直写真の画像1とCG画像11とは、カメラパラメータおよび照明の条件を合わせてあるので、建物3による影12の長さだけが異なって表示される。図9では、説明のためにCG画像11の建物の影だけが点線で示されている。ディスプレイ上では、ステップ115と同様に、例えば、CG画像11を半透明にして、垂直写真に重ね合わせて表示する。

[0048]ステップ119では、影の長さにより建物の高さを修正する。図9に示すように、CG画像と垂直写真が同時に表示されている状態で、影の長さが一致するように、建物の高さを修正する。これも、ステップ116と同様に、例えば、マウスなどで修正することが可能である。

[0049]以上に示した本発明の第2の実施例によれば、地形情報と垂直写真の投影情報および影情報とから簡便に建物を3次元モデル化することが可能となる。

[0050]また、仮3次元モデルのCG画像の高さを修正して設定し直す場合に、第1の実施例と第2の実施例とを加え合わせて、水平写真が用意されている建物については、第1の実施例のステップ108から111をおこなない、水平写真はないが、垂直写真に

投影された側面部が写っている建物については、第2の実施例のステップ113から116をおこない、垂直写真に影が写っている場合には、第2の実施例のステップ117から119をおこなうようにすることができる。また、これに加えてさらに、建物の寸法データが測量や設計図からわかっている建物については、寸法データから従来の方法により、3次元モデルを設定する。

【0051】このように、本実施例によれば、写真情報を参照しながら、建物の外形を指定すればよく、建物の3次元モデルを容易に設定することができるので、市街地や工場地のように複数の建物が林立する景観像を少ない入力工数で低コストで作成することが可能になる。

【0052】

【発明の効果】本発明によれば、写真情報に基づいて、市街地や工場地のような建物が林立する景観像を低コストで容易に得ることのできる、建物の景観の3次元モデルの設定方法を提供することができる。

## 図の説明

### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の3次元モデルの設定方法を示すフローチャートである。

【図2】図1の3次元モデルの設定方法で用いる垂直写真と水平写真の撮影方法を示す説明図である。

【図3】図1の3次元モデルの設定方法において、ディスプレイ5に示される画像を示す説明図である。

【図4】図1の3次元モデルの設定方法で用いる屋根ライブラリ9の説明図である。

【図5】図1の3次元モデルの設定方法において、屋根面積に比例させて建物の仮の高さを定めることを示す説明図である。

【図6】図1の3次元モデルの設定方法において、水平写真の画像2とCG画像11とのカメラパラメータのマッチングさせることを示す説明図である。

【図7】図6の水平写真2とCG画像11とを重ね合わせてディスプレイに表示し、高さの修正を指示する様子を示す説明図である。

【図8】本発明の第2の実施例において、垂直写真の画像1とCG画像11とをカメラパラメータを一致させて、重ね合わせて表示させ、建物の側面部の長さを用いて高さの修正を指示する様子を示す説明図である。

【図9】本発明の第2の実施例において、垂直写真の画像1とCG画像11とをカメラパラメータを一致させて、重ね合わせて表示させ、建物の影の長さを用いて高さの修正を指示する様子を示す説明図である。

【図10】本発明の実施例で用いたCGシステムの構成を示すブロック図である。

【図11】本発明の第2の実施例の3次元モデルの設定方法を示すフローチャートである。

### 【符号の説明】

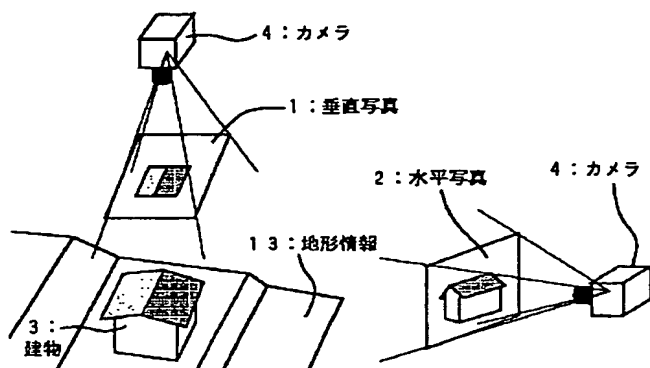
1…垂直写真、2…水平写真、3…建物、4…カメラ、5…ディスプレイ、6…計算機、7…マウス、8…屋根指示点、9…屋根ライブラリ、10…対応点、11…CG画像、12…影、13…地形情報、201…モデリング処理部、202…レンダリング処理部、203…アニメーション処理部、204…ユーザインタフェース、205…オペレータ。



## 図面

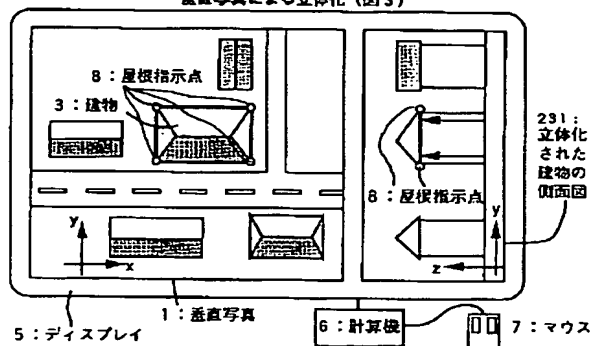
【図2】

垂直写真と水平写真（図2）



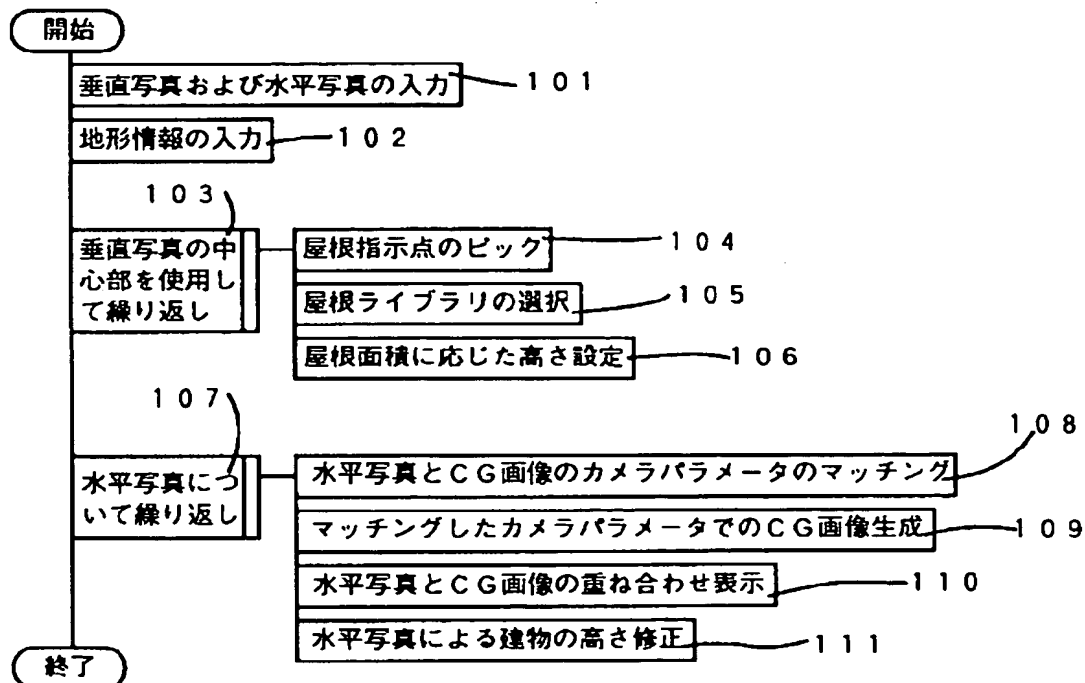
【図3】

垂直写真による立体化（図3）



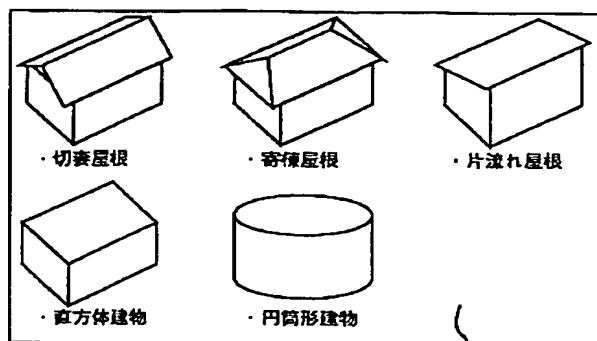
【図1】

フローチャート（図1）



【図4】

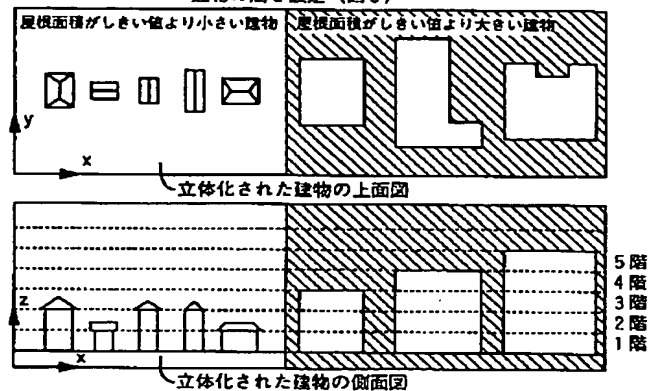
屋根ライブラリ (図4)



9 : 屋根ライブラリ

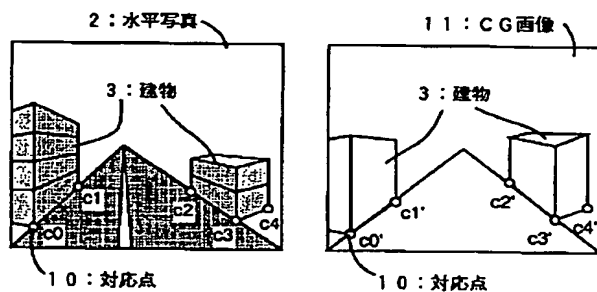
【図5】

建物の高さ設定 (図5)



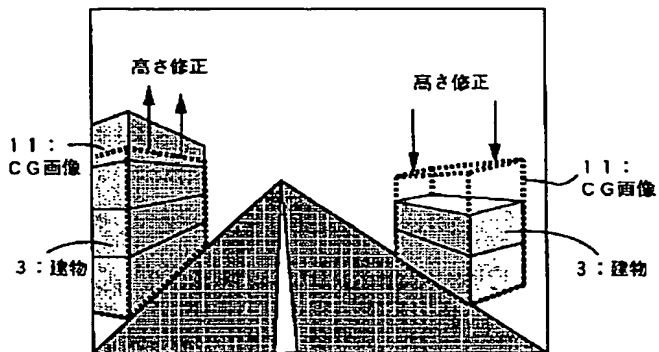
【図6】

カメラパラメータのマッチング (図6)



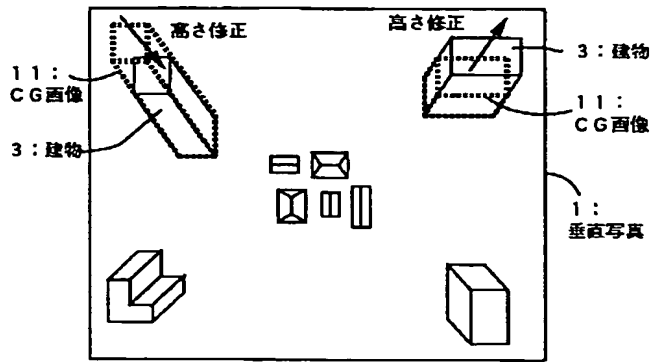
【図7】

水平写真による高さ修正 (図7)



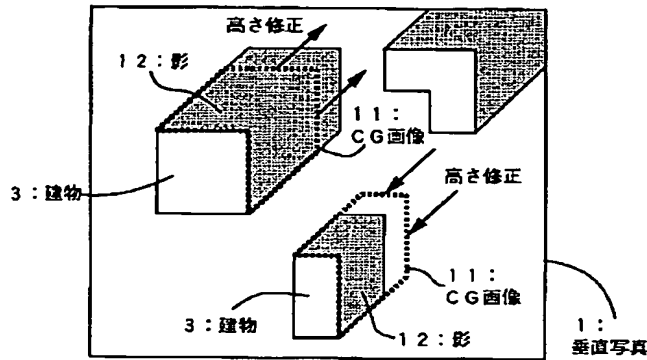
【図8】

透視投影のずれによる高さ修正 (図8)



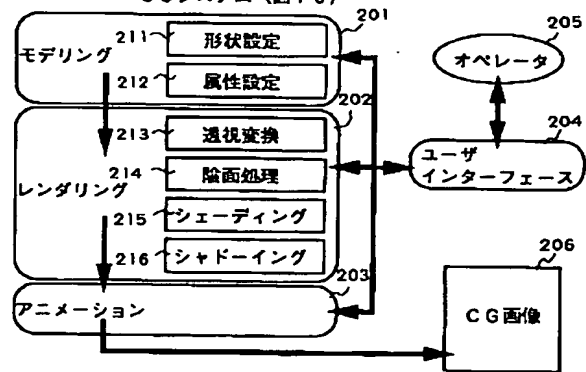
【図9】

影の利用による高さ修正 (図9)



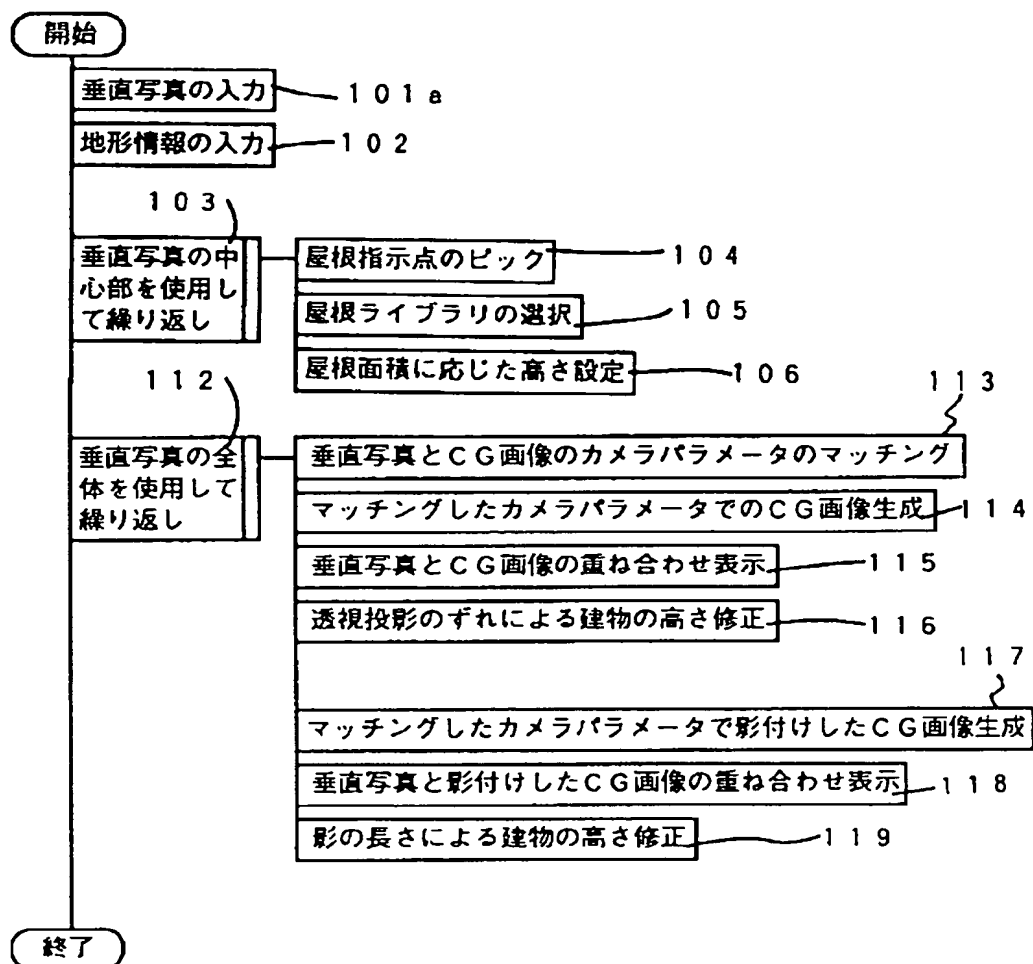
【図10】

CGシステム (図10)



【図11】

フローチャート (図 11)



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**